

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1996/97

Oktober/November 1996

EEE 374 - Kawalan, Robotik & Pengautomatan

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Soalan-soalan boleh dijawab sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

1. Pertimbangkan robot 3 - paksi kordinat silinder dengan z ditetapkan dan θ dan r boleh bergerak.

Consider a 3-axis cylindrical coordinate robot with z fixed and θ and r capable of movement.

- (a) Jika paksi θ diarah bergerak sejauh 90° dengan masa pecutan 250ms, masa kelajuan tetap 500ms dan masa lambatan 100ms, apakah purata kelajuan lurus hujungnya? (Dengan mengambilkira jarak yang dilalui di lilitan bulatan yang ditakrifkan oleh jejari r dan dijejaki oleh hujung tersebut). Apakah purata kelajuan lurus apabila r dikecilkan kepada setengah jarak asal ($r/2$)?

If the θ axis is commanded to move a distance of 90° with an acceleration time of 250ms, a constant velocity time of 500ms, and a deceleration time of 100ms, what is the average linear speed of the tip? (That is, consider the distance moved along the circumference of the circle defined by a radius r and traced by the tip). What is the average speed if r is retracted to one-half of its distance ($r/2$)?

(30%)

- (b) Apakah purata laju lurus bagi keadaan yang diterangkan dalam bahagian (a) jika jarak ditakrifkan oleh garis lurus menghubungkan titik awal ke titik penamat dan tidak mengguna jarak lilitan.

What is the average linear speed for the conditions described in part (a) if the distance is defined by the length of a straight line connecting the initial and terminal points instead of using the distance of the circumference?

(30%)

- (c) Apakah kelajuan purata sendi (rad/s)?
What is the average joint speed (in rad/s)?

(20%)

...3/-

- (d) Bincangkan yang mana antara spesifikasi ini paling berguna; paling tidak berguna; paling memberangsangkan. Pertimbangkan penyelesaian dari pandangan pengguna robot, perekabentuk robot dan jurujual robot.

Discuss which of these specifications is most useful; most useless; most impressive. Consider the answers from the perspective of a robot user, a robot designer, and a robot sales engineer.

(20%)

2. Anggapkan bahawa suatu pengolah mudah dibentuk dari sendi yang dipasang di atas suatu aci supaya apabila ditarik dengan sepenuhnya, penghujung robot ini ialah 30 inci dari aci dan apabila dihulurkan dengan sepenuhnya, hujungnya ialah 60 inci dari aci. Sendi prismatiknya disambungkan secara sudut tepat dengan lantai. Anggapkan bahawa sendi-sendi dan lengan-lengan robot ringan (tanpa jisim) dan tanpa inertia tetapi beban akan berubah dari 5 paun minimum hingga 25 paun.

Assume that a simple manipulator consists of a prismatic joint mounted on a pivot such that when fully retracted the tip of the robot is 30 inches. from the pivot, and when fully extended, the tip is 60 inches. from the pivot. The prismatic joint is pivoted perpendicular to the floor. It will be assumed that the joints and links of the robot are weightless and inertialess by themselves; however, the payload will vary from a minimum of 5 lb to 25 lb.

- (a) Kira tork yang diperlukan untuk mengimbangkan sendi secara stabil bagi empat kes beban berasingan (5 paun tertarik, 5 paun terhulur, 25 paun tertarik dan 25 paun terhulur).

Compute the torques necessary to statically balance the joint for the four loading cases (5 lb retracted, 5 lb extended, 25 lb retracted, 25 lb extended).

(25%)

- (b) Kira inertia bagi keempat-empat kes.
Compute the inertias for all four cases.

(25%)

...4/-

- (c) Rekabentuk pengimbang lawan supaya kadar tork optima diperolehi bagi keempat-empat kes dalam bentuk “tork imbalan statik” dan “inertia minima”. Berikan pendapat anda tentang hubungan antara jarak pengimbang lawan dari aci dan kesannya pada inertia.

Design a counterbalance so that “optimal” torque rating is obtained for all four cases in terms of static balance torque and minimum inertia. Comment on the relationship between the distance of the counterweight from the pivot and its effect on the inertia.

(25%)

- (d) Bandingkan nilai tork puncak dan RMS (root mean square) bagi keempat-empat kes dengan dan tanpa pengimbang lawan jika lengan digerakkan dari kedudukan mendatar ke kedudukan menegak terhadap lantai. Pergerakan ini diperihalkan oleh profil kelajuan trapezoid dengan pecutan dan lambatan yang sama serta julat halaju tetap.

Compare rms and peak torques for the four cases with and without the counterbalance if the joint is moved from a horizontal position to perpendicular with respect to the ground. The motion is described by a trapezoidal velocity profile having equal acceleration, deceleration, and constant-velocity periods.

(25%)

3. Bagi mekanisma gelongsor dan ongel seperti digambarkan dalam Rajah 3,
For the slider crank mechanism shown in Figure 3,

...5/-

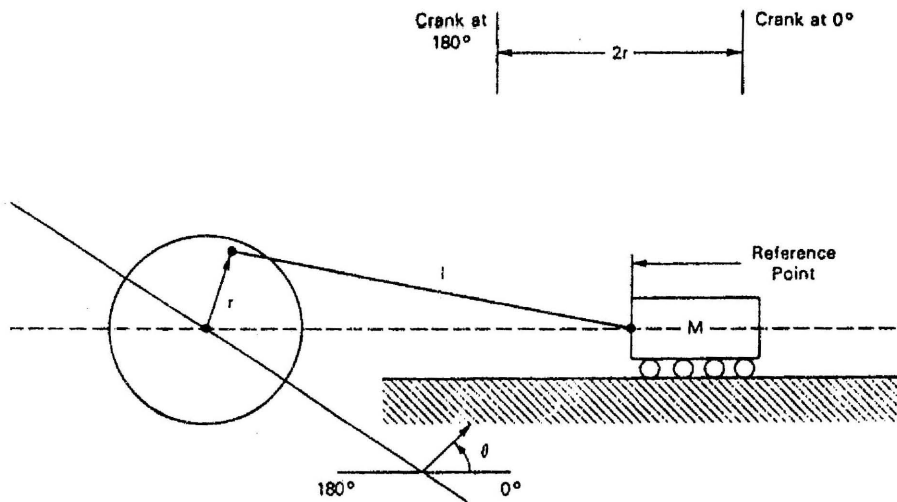


Figure 3 - Slider crank driving linear stage

- (a) Terbitkan persamaan bagi kedudukan titik rujukan beban sebagai fungsi sudut bagi onkel θ .

Derive an equation for the position of the reference point of the payload as a function of the crank angle, θ .

(20%)

- (b) Lakarkan kedudukan beban sebagai fungsi masa jika onkel diputarkan dengan kelajuan yang tetap (iaitu tanpa mengira kesan pecutan dan lambatan).

Sketch the position of the payload as a function of time if the crank is rotated at a constant velocity (i.e., do not include effects of acceleration and deceleration).

(20%)

...6/-

- (c) Bagi profil kelajuan trapezoid yang dikenakan pada onkel bagi pergerakan onkel secara penuh 180° (apabila titik rujukan bergerak dari satu kedudukan lampau kepada yang lawan) dan masa pecutan, lambatan dan kelajuan tetap yang sama: Lakarkan.

For a trapezoidal velocity profile applied to the crank for a total crank displacement of 180° (so that the reference point moves from one extreme to the other) and equal times for acceleration, constant velocity, and deceleration: Sketch.

1. kedudukan melawan masa,
position versus time,
2. kelajuan melawan masa
velocity versus time,
3. pecutan melawan masa
acceleration versus time, and
4. tarikan melawan masa
jerk versus time

bagi kedua-dua sudut onkel θ dan kedudukan titik rujukan.
for both the crank angle θ and the position of the reference point.

(40%)

- (d) Bandingkan kandungan frekuensi isyarat bagi sudut onkel dan kedudukan titik rujukan. Iaitu, periksa kandungan frekuensi profil trapezoid yang memperihalkan kelajuan onkel dan profil memperihalkan kelajuan titik rujukan.

Compare the frequency content of the corresponding signals for the crank angle and reference point position. That is, examine the frequency content of the trapezoidal profile defining the velocity of the crank and the profile defining the velocity of the reference point.

(20%)

...7/-

4. Bagi servo kedudukan yang digambarkan dalam Rajah 4.1, gelungan terbuka kelajuan diberikan oleh persamaan,

For the position servo shown in Figure 4.1, the open tach loop is given by equation,

$$G(H(s)) = \frac{14.1AK_g}{(1+s/6280)(1+s/44.14)(1+s/439.73)}$$

Anggapkan bahawa $AK_g=5$

Suppose that $AK_g=5$

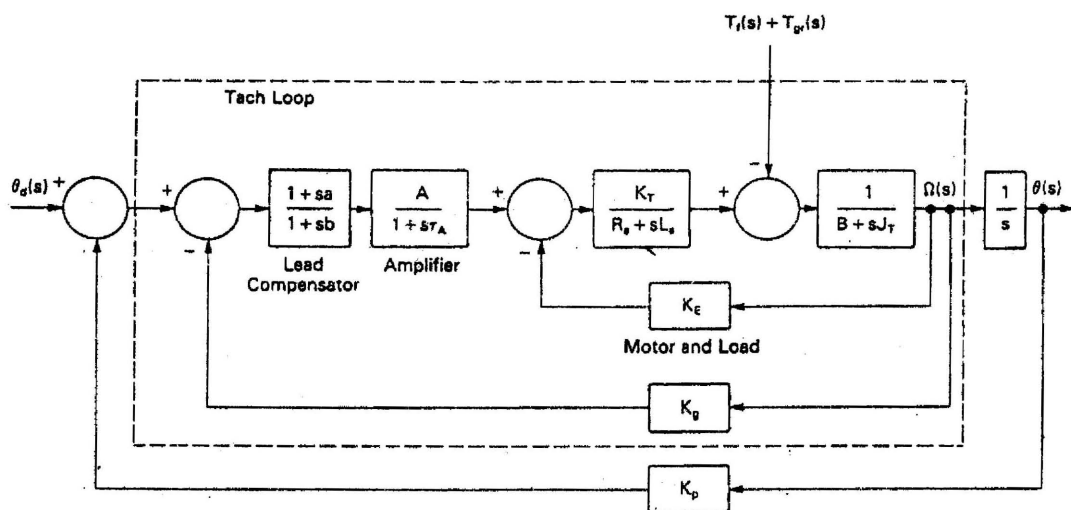


Figure 4.1 - Position servo with lead compensator in the tach loop

- (a) Dapatkan lakaran Bode bagi sistem baru ini dan bandingkannya dengan Rajah 4.2.

Obtain the Bode plots for this new system and compare them with the ones in Figure 4.2.

(40%)

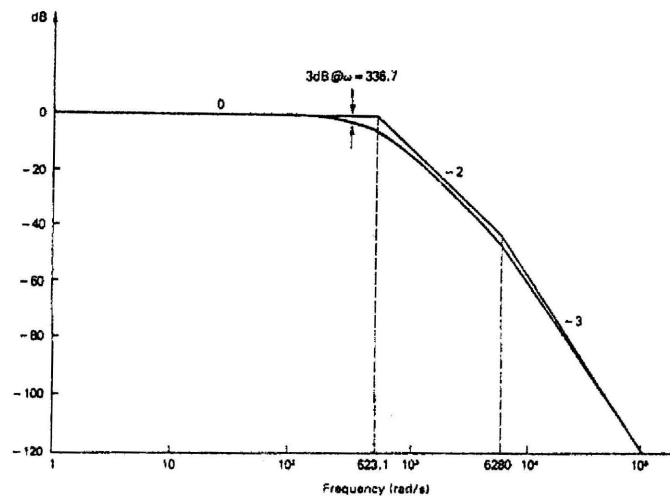


Figure 4.2

- (b) Dapatkan sut untung (GM) dan sut fasa (PM) sistem ini.
Find the GM and PM for this system.

(20%)

- (c) Dapatkan anggaran lakaran magnitud bagi tako gelung tertutup dan bandingkannya dengan Rajah 4.2. Tunjukkan bahawa perbezaan awal pada kedua lakaran ialah 14 dB dan akan menurun ke 0 pada $\omega = 1166.4$ rad/s.

Obtain the approximate magnitude plot for the closed tach and compare it with that found in Figure 4.2. Show that the two curves differ initially by 14 dB and this decreases to 0 at $\omega = 1166.4$ rad/s.

(40%)

...9/-

5. (a) Bagi gelungan kedudukan seperti ditunjukkan dalam Rajah 5, kedudukan asli sendi robot dianggap pada sifar (darjah) dan berlaku apabila kedua-dua masukan dan pot penerima mengeluarkan isyarat voltan sifar. Dapatkan kedudukan pot yang sesuai untuk menghasilkan kedudukan yang dikehendaki: DP_1 , DP_2 , dan DP_3 yang bernilai 30° , 45° dan 300° masing-masing. Anggapkan bahawa pot masukan dan pot penerima adalah serupa dan $\pm V$ ialah $\pm 180^\circ$.

For the position loop shown in Figure 5, the home position of a robot joint is assumed to be at zero volts. Find the appropriate pot settings to produce demand positions: DP_1 , DP_2 , and DP_3 of 30° , 45° and 300° , respectively. Assume that the input and sensing pots are identical and that $\pm V$ corresponds to $\pm 180^\circ$.

(40%)

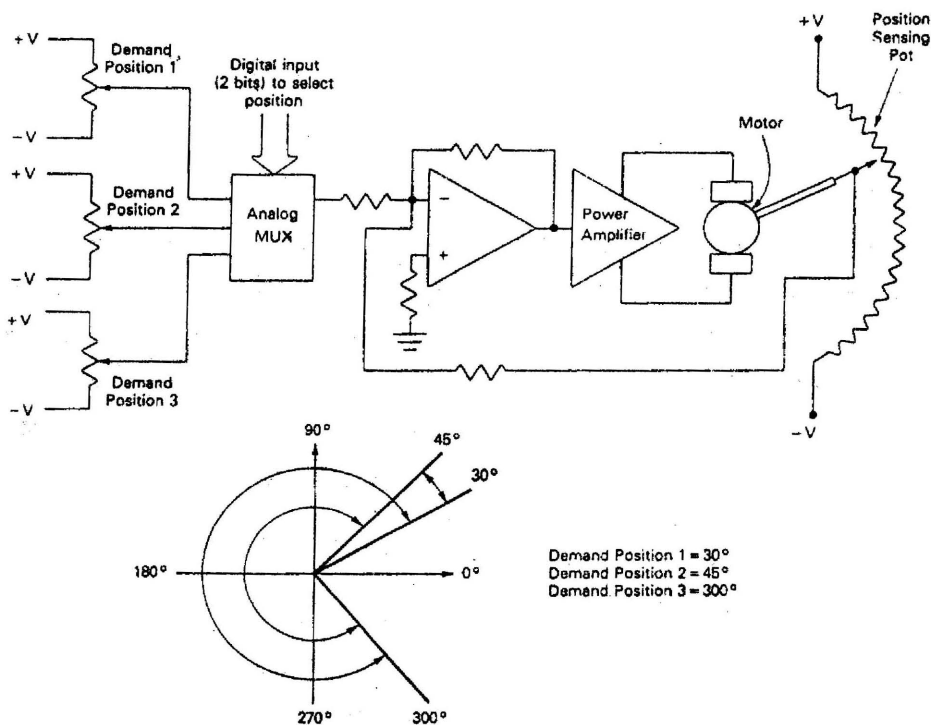


Figure 5

...10/-

- (b) Jika kod-kod digit 00, 01, 10 dan 11 digunakan untuk memilih kedudukan asal DP_1 , DP_2 , dan DP_3 masing-masing tentukan jujukan nombor-nombor 2 bit yang diperlukan untuk menghasilkan kedudukan sendi berikut:

If the digital codes of 00, 01, 10 and 11 are used to select Home, DP_1 , DP_2 , and DP_3 respectively, determine the sequence of 2-bit numbers necessary to produce the following joint moves:

- (i) 0 ke 30 ke 300 ke 45.
0 to 30 to 300 to 45. (30%)
- (ii) 0 ke 45 ke 30 ke 300 ke 0.
0 to 45 to 30 to 300 to 0. (30%)

Bincangkan pemasaan yang perlu dipertimbangkan untuk pergerakan-pergerakan ini.

Discuss timing considerations in these moves.

6. (i) (a) Anggapkan bahawa suatu imej telah didigitkan dalam x dan y dengan tokokan x_o dan y_o . Untuk membentuk semula imej selanjar yang asal, apakah lebar lajur ruang maksima yang perlu ada pada imej yang asal?

Assume that an image has been digitized in x and y by increments of x_o and y_o . To reconstruct the original continuous image, what is the maximum spatial bandwidth that the original image must have had?

(20%)

- (b) Apakah saiz apertur imbasan yang diperlukan untuk mengelakkan dari berlaku "aliasing" pada imej digit di bahagian (a) dengan x_o dan y_o seperti sebelumnya?

What size scanning aperture would be necessary to prevent aliasing of the digital image in Part A with x_o and y_o as defined previously?

(20%)

...11/-

- (ii) Anggapkan anda mempunyai saiz ingatan RAM sebanyak 16,384 8-bit bait. Susun peta penyediaan storan ingatan untuk RAM supaya anda dapat menyimpan perwakilan imej dari 32 x 32 hingga 1024 x 1024 piksel. Bincangkan dan terangkan dengan terperinci saiz sebenar peta piksel berhubung pada x , y dan tahap kekelabuan.

Assume that you have available a RAM of size 16,384 8-bit bytes. Organize a storage allocation map for this RAM so that you can store image representations from 32 x 32 to 1024 x 1024 pixels. Discuss and describe in detail the specific size of the pixel maps, with regard to x and y and gray level.

(60%)

ooo0ooo